

Современные системы диагностики для повышения тепловой эффективности печей термообработки

В современных условиях вопросы энергосбережения приобретают все большую остроту. Значительные резервы пока еще сохраняются и в процессах термообработки металлических и других изделий. Энергосбережение в термообработке — значит затратить энергии ровно столько, сколько необходимо. При этом нагрев изделия должен производиться равномерно по его поверхности и объему. Недогрев всего изделия или его части ведет к браку, выдержка в печи больше необходимого времени ведет к излишним тратам энергоресурсов, перегрев также дает брак.



РИС 1. Компоненты системы диагностики

Не секрет, что нагревательная печь рассматривается как нечто данное. Температуры на своде печи или вблизи боковых поверхностей по зонам печи, вроде бы известны по штатным термопарам. Считается, что продукт в печи имеет ту же температуру, что и термопары печи, что справедливо только для установившегося теплового режима. Реальные кривые нагрева изделия обычно неизвестны. В итоге нагрев ведется неравномерно, время выхода температуры изделия на заданный режим и выдержка при заданной температуре неизвестны. Следовательно, вероятно высокий процент брака и необходимость повторной термообработки или изготовления новых изделий. Удельный расход энергоресурсов на термообработку изделий, в среднем, у нас существенно выше, чем на современных передовых производствах. Известны случаи, когда изделия излишне греются в печи не один час. Без знания детальных характеристик процесса нагрева изделий в печи невозможно настроить энергоэффективный процесс термообработки. Печь можно и нужно настроить на эффективную работу для каждого вида изделий.

Именно этим целям служат предлагаемые Обнинской термоэлектрической компанией системы диагностики температур-

ного профиля проходных и камерных печей на элементной базе английской фирмы DATARAQ (рис. 1). В настоящее время указанные системы успешно применяются на предприятиях:

- ООО АЛКОА-РУС, Белая Калитва,
- ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод»,
- ОАО «Пермский моторный завод»,
- ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», прокатный стан 5000,
- ОАО «Машиностроительный завод», г. Электросталь,
- на нескольких заводах по производству стекла и керамики...

Проведены успешные испытания на нагревательных печах прокатного стана-2000 ОАО «Северсталь».

Системы диагностики представляют собой автономные устройства, изготовленные по новейшей технологии и предназначенные для получения точной и полной информации о температурном поле печей и распределении температур в изделиях, проходящих через печи нагрева (обжига).

Перед установкой на исследуемый объект, в регистратор температуры вводятся основные параметры программы сбора данных. Регистратор устанавли-

ливается в контейнер тепловой защиты и помещается вместе с обследуемым изделием, или специально изготовленной рамой, на входе печи. Датчики температуры закрепляются в контрольных точках рамы (изделия). Затем система проходит вместе с рамой (изделием) весь цикл термообработки. На выходе из печи регистратор извлекается из контейнера, подключается к персональному компьютеру, на который производится выгрузка данных и проводится их анализ. Потребитель получает полную информацию о температурном поле в рабочем пространстве печи или об изменении температуры на поверхности и внутри изделия.

Основные компоненты системы:

- *Запоминающее устройство — регистратор температуры (рис. 2) на 8 или 10 измерительных каналов. Для увеличения числа каналов допускается применение двух регистраторов в одной системе (20 измерительных каналов). Регистратор внесен в Госреестр СИ за № 42891-09. Свидетельство Ростехрегулирования об утверждении типа – 38098.*
- *Контейнер тепловой защиты — представлен более чем в 200 модификациях — с тепловой защитой использующей теплоту фазового перехода (кипение воды, рис. 3), или с теплоизоляцией из керамоволокна (включая дополнительный аккумулятор тепла) (рис. 4). Различные контейнеры позволяют работать регистратору при высоких температурах от нескольких часов до нескольких суток.*
- *Термоэлектрические преобразователи кабельные, наружным диаметром*



РИС 2. Регистратор температуры Траг 21



РИС 3. Теплозащитный контейнер испарительного типа.



РИС 4. Теплозащитный контейнер с теплоизоляцией из керамоволокна.

1,5; 2 и 3 мм, длиной до 10 м, различных типов и исполнений.

- *Программное обеспечение с математическим анализом и визуализацией данных в виде графиков и диаграмм.*
- *Приемно-передающее устройство для систем с радиотелометрией (передача данных по радиоканалу в реальном времени). Система с радиотелометрией (рис. 5) дает возможность увидеть в реальном времени, что происходит с продуктом во время процесса термообработки с одновременной записью данных в регистратор. Это позволяет оперативно скорректировать процесс при его отклонении от заданного режима.*

Данные системы находят большое применение для контроля процессов термообработки металлопроката и литья — слэбов (рис. 6), заготовок, труб, готовых изделий, колесных дисков и т.д.; при обжиге керамики, кирпича, стеклоизделий; при сушке окрашенных изделий и везде, где требуется контролировать поле температур от 50 до 1350 °С.

Использование системы диагностики температурного профиля предоставляет пользователю следующие возможности:

- *Точная информация о температуре материала позволяет задать оптимальные условия работы нагревательной печи, а также оптимизировать длительность процесса. Тем самым значительно снижаются энергозатраты.*
- *Определение неравномерности нагрева изделия, которая вызывает деформацию и может являться возможной причиной брака.*

Технические характеристики регистратора температуры типа Траг21

возможный тип входного СИГНАЛА ТЕРМОПАРЫ ПО ГОСТ 6616-94 (ПО СОГЛАСОВАНИЮ С ЗАКАЗЧИКОМ)	J	K	N	R	S	B
	1 КЛ.	1 КЛ.	1 КЛ.	2 КЛ.	2 КЛ.	2 КЛ.
Диапазон температур, °С	0.800	0.1300	0.1300	0.1600	0.1600	0.1700
Погрешность измерения температуры термопарой, %	±0,4	±0,4	±0,4	±0,25	±0,25	±0,25
Точность измерения термоЭДС регистратором, °С	±0,2	±0,3	±0,4	±0,7	±0,8	±1,0
Разрешение регистратора, °С	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Предельная температура регистратора, °С	70 или 110					
Тип элементов питания	Ni-MH аккумулятор, (70 °С), Литиевые высокотемпературные батареи (110 °С)					
Объем памяти регистратора, точек измерений	130 000					
Интервал между измерениями	от 0,1с до 50 мин. (от 2 с в режиме радиотелометрии)					



РИС 5. Система диагностики с радиотелеметрий.

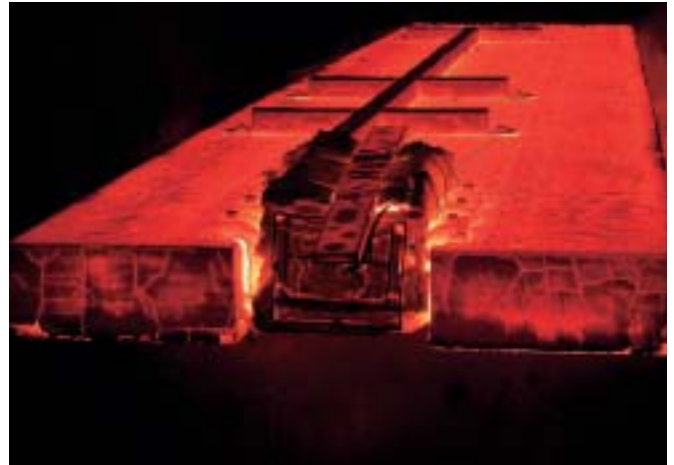
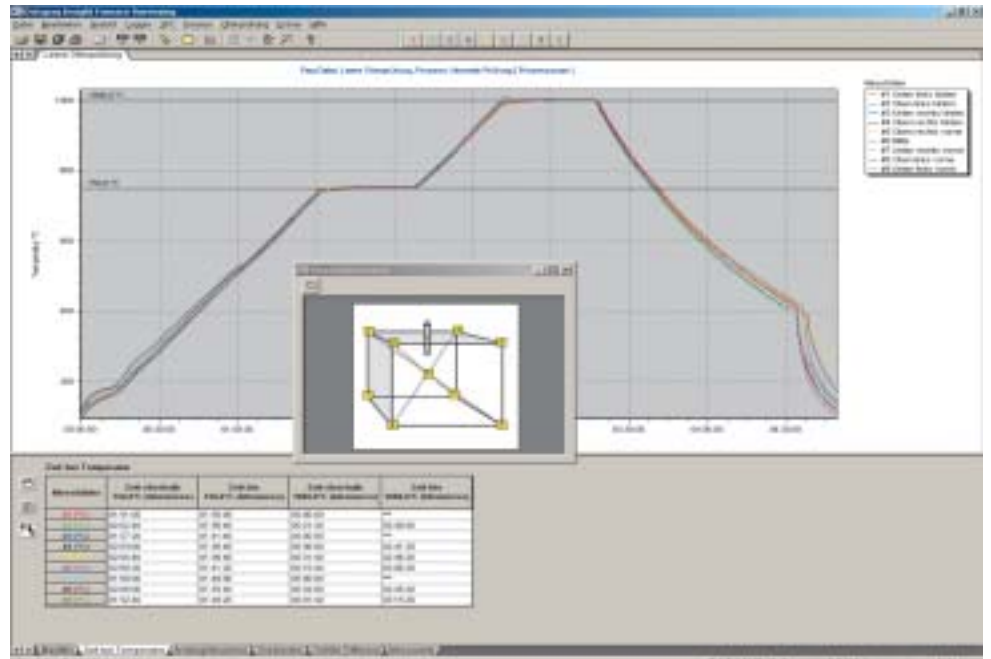


РИС 6. Система диагностики на выходе из печи.

- Подтверждение того, что изделия обрабатываются в соответствии с технологией термообработки (в течение заданного времени при заданной температуре).
- При отжиге и термоупрочнении ведется контроль всех фаз термообработки, включая закалку в воде.
- Горячие и холодные места в печи определяются быстро, до того, как они становятся причиной проблем.
- Для документирования процессов термообработки программное обеспечение позволяет вести протоколы по стандарту ISO 9001.



При анализе полученных данных пользователь может сразу оценить весь температурный профиль обследуемой печи (рис. 7), в т.ч. в трехмерном изображении, а также увеличить и рассмотреть в деталях любую его специфическую часть, или в заданный момент времени. Пользователь может определить момент перехода заданных порогов температуры в изделии, скорость роста или падения температуры изделия в разных зонах печи (рис. 8). Пример кривых нагрева сляба в печи и схема размещения термопар на слябе

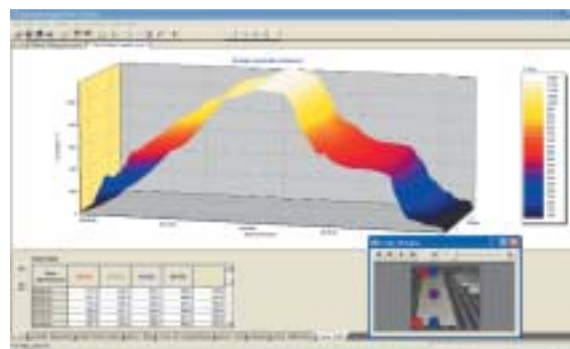


РИС 7. Визуализация данных температурного профиля печи при обследовании с помощью термопар установленных на раме.

представлены на рис. 9. Полный отчет о процессе с комментариями оператора генерируется и распечатыва-

ется нажатием нескольких клавиш. Каждая печь и изделия могут быть подробно описаны в программе при подготовке к эксперименту, в последующем оператор всегда может сравнить новые данные по конкретной печи и изделию с ранее полученными. Создается банк данных предприятия по всем технологическим процессам термообработки.

С помощью программного обеспечения пользователь может самостоятельно определить следующие параметры процесса: ско-

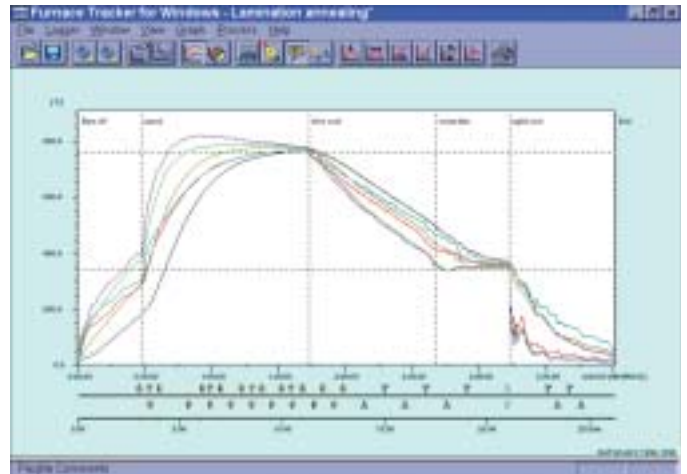


Рис. 8. Кривые нагрева изделий при обжиге корпусов электродвигателей.



температуры, анализ пиковых значений и т. д.

В конечном счете, с помощью системы возможно оценить эффективность процесса нагрева в целом, сравнить и уменьшить энергозатраты по разным печам или изделиям, проверить соответствие процесса технологическим допускам, а также получить полное объективное представление о работе новой печи, или печи после ремонта (модернизации). Данная система позволяет проводить периодическую аттестацию туннельных (проходных) печей на производствах с внедренными системами менеджмента качества.

Таким образом, система диагностики температурного профиля представляет собой мощное средство инструментального технологического контроля при термообработке в широком диапазоне температур. Пользователь получает ясную и полную картину процесса нагрева и может перестроить его в желаемую сторону, получая, кроме стабильного качества продукции, еще и экономию энергии.

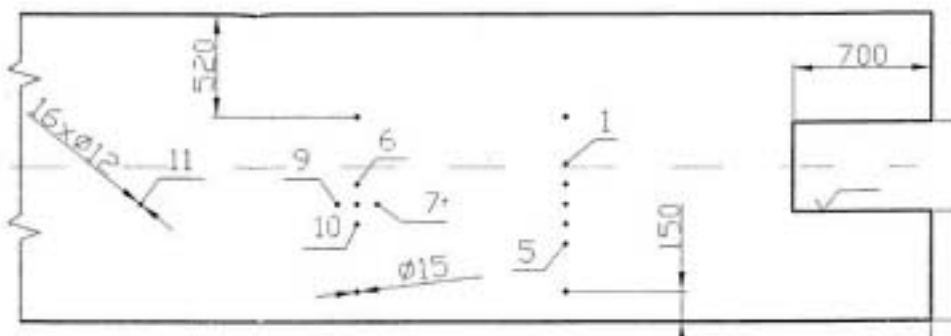


Рис. 9. Кривые нагрева сляба в печи и схема размещения термопар на слябе.

рость изменения температуры по времени, площадь под температурной кривой (количество полученного

тепла), градиенты подъема/спада температуры, сравнение двух и более температурных кривых, срав-

нение полученных кривых с кривыми технологического допуска, время достижения различных значений

Улановский А.А., ДИРЕКТОР,
Тимофеев Л.И., ПОМ. РУКОВОДИТЕЛЯ ПО ВЭД И РЕКЛАМЕ
ООО «ОБНИНСКАЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ»